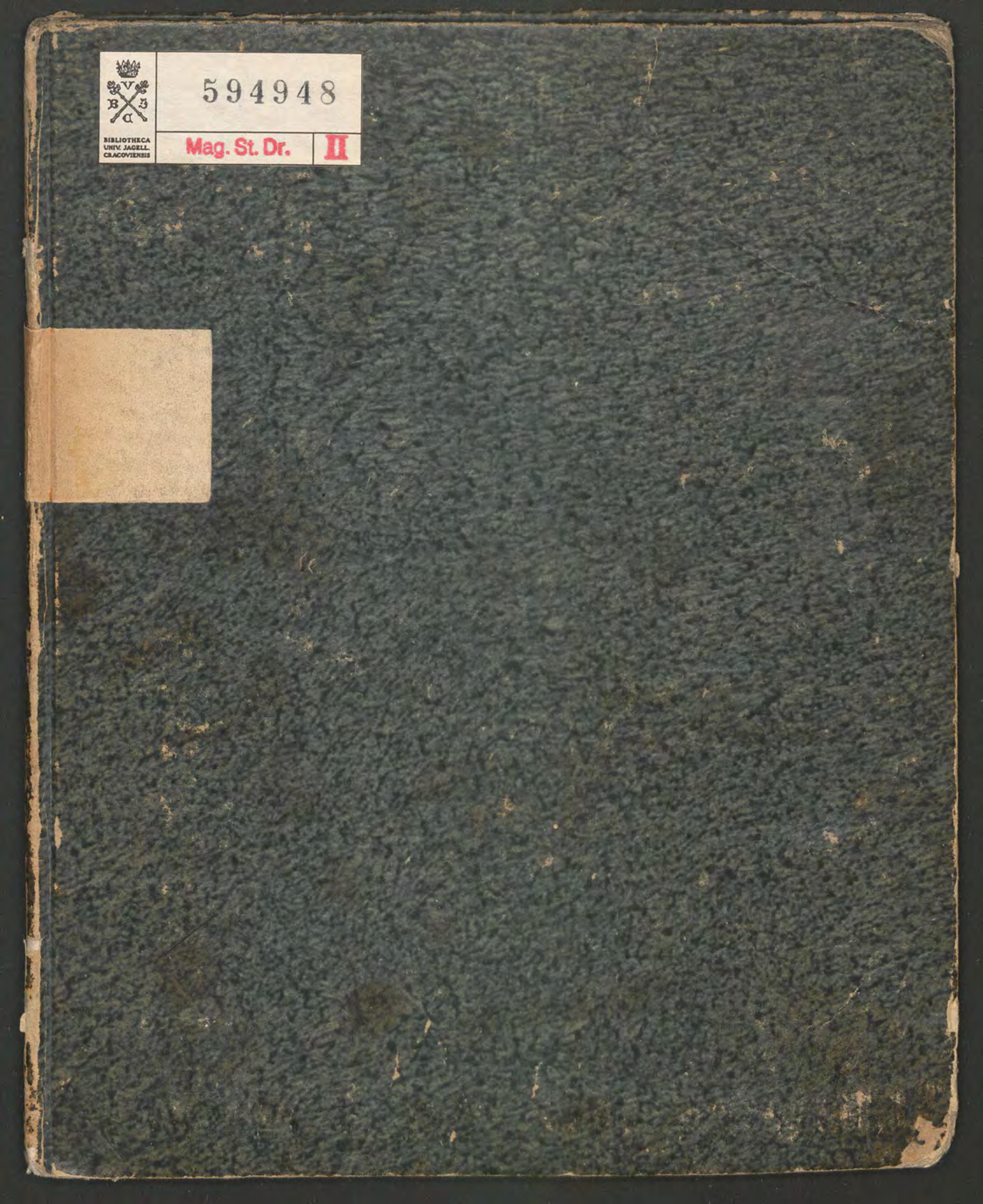




Der Spiegel-Sextant,

ein

nüzliches Instrument

für den

Ingenieur.



Mit vier Kupfer-Tafeln.

Stuttgart,
gedrukt bei Christoph Friedrich Cotta, Hof- und Kanzleibuchdruker.
1794.

Vorrede.

Die Grundveste der menschlichen Kenntniß ist die Mathematik. Je mehr deren einzelne Wissenschaften erhöht werden; desto vollkommener wird das Ganze. Besonders gewinnt der Ingenieur dadurch, je freundschaftlicher ihn der Mechaniker, Optiker, Astronom die Hände reichen. Er wird aber nicht aus Vorliebe zu den vorigen Methoden sich allein darauf verlassen, sondern durch neue Entdekungen auch sein Fach bereichern. Hievon sey ein Beyspiel der Spiegel-Sextant.

Dieses vortrefliche Instrument ist bisher vornehmlich dem Astronomen, dem Seemann, bekannt gewesen. Nun eile ich es auch dem Kriegsmann mehreres zu empfehlen.

 Recht

Recht entzükt war ich, wie ich es kennen lernte, weil es alle übrige Instrumente zum Winkelmessen in ihrer Schwäche darstellt, und ich freute mich, daß mein größtes Kleinod ein Spiegel-Sextant war, von dessen Nuzen für den Ingenieur ich aus Gelegenheit des Ueberfalls der Franken in Mainz und Frankfurt überzeugt worden bin. Nun habe ich solchen bey dem Ueberfall der Pohlen in Warschau verlohren; ich werde aber trachten wieder einen nebst dem Chronometer und künstlichen Horizont zu erhalten, weil es in unsern Tagen für einen Ingenieur sehr nüzliche Instrumente sind. Auch wird von diesem Sextanten in dem englischen Werk:

Geometrical-and Graphical Essays, by George Adams. London 1791. pag. 219 Pl. XIX. Fig. 4. von *Thomas Millne* gehandelt.

Lowiz, den 20. Mai 1794.

Innhalt.

Innhalt:

I.
Erfindung
des
Spiegel-Sextanten.

§. 1.

Der Spiegelsextant gehört zu denjenigen Instrumenten, welche besonders zur Anstellung der Beobachtungen auf der See bestimmt sind. Auf dem Lande kan man ein Instrument in die, zu den Beobachtungen erforderliche Lage bringen, und so lange daran stellen und ändern, bis man entweder vermittelst einer Wasserwaage oder eines Penduls eine Seite derselben in die horizontale oder vertikale Lage gebracht hat. Dieses gehet nun auf einem von der unruhigen See unordentlich bewegten Schiff nicht an.

Man hat sich daher alle Mühe gegeben, ein solches Instrument auszufinden, vermittelst dessen man, ohne ein Stativ nöthig zu haben, zur See genaue Winkel zu messen, im Stand wäre.

§. 2.

Bisher kennt man zu dieser Absicht kein bequemeres und genaueres Instrument, als dasjenige, welches Johann Hadley, Vicepräsident der königlichen Societät in London, im Jahr 1731 erfunden, und der königlichen Societät vorgelegt hat.

Die Winkel werden vermittelst von zwei ebenen Spiegeln zurükgeschikter Bilder der Gegenstände, zwischen welcher der Winkel ausgemessen werden soll, gemessen.

Newton soll zuerst eine solche Verbindung zweier Spiegel zum Winkelmessen vorgeschlagen, und einige Versuche damit gemacht haben, die aber nicht gänzlich seiner Erwartung entsprachen.

§. 3.

Die erste Versuche, die mit diesem Instrument, das seitdem der hadley'sche Spiegelsextant oder Oktant genennt wird, je nachdem es ein Zirkelausschnitt von 60 oder 45° Graden ist, gemacht wurden, zeigten seine grossen Vorzüge vor allen sonst zur See gebräuchlichen Instrumenten, ob es gleich damals noch weit von derjenigen Vollkommenheit entfernt war, in der es jezt verfertigt wird; Man hatte besonders noch nicht so vielen Fleiß auf die Ausarbeitung der Spiegel verwendet, vermittelst welcher man die Strahlen erst nach einer doppelten Zurükwerfung siehet.

Aus diesem Grunde mußte sich auch die von ihrer unrichtigen Oberfläche herrührende Undeutlichkeit sehr vergrössern.

§. 4.

Gleich nach der Bekanntmachung von Hadleys Erfindung, haben sowol englische als franzö'sche Gelehrte und Künstler den Spiegelsextanten zu verbessern und vollkommner auszuarbeiten gesucht. Unter erstern zeichnete sich besonders Ramsden in London aus. Er fand bei der Untersuchung desselben, daß er nicht solid genug in seinen wesentlichen Theilen war, der Mittelpunkt war einer zu starken Reibung unterworfen; die Abtheilungen waren nicht fein genug, und wurde überzeugt, daß de la Caille Recht hatte, wenn er den Fehler, den man bei Messung der Abstände der Fixsterne begehen könne, auf 5 Minuten sezte. Ramsden brachte diesen Fehler auf ½ Minute herunter, und jezt beträgt er nur noch 6 Secunden auf einem von 15 Zollen im Halbmesser. Er verfertigte Sextanten von 15 Zollen auf 1½ Zoll im Halbmesser, und auch auf leztern unterscheidet man noch sehr gut einzele Minuten. Um diese Instrumente so genau abtheilen zu können, hatte er im Jahr 1763 eine Theilmaschine zu Stand gebracht. Dieser bediente er sich bis in das Jahr 1773, in welchem er eine zweite, weit vollkommnere zu Stand brachte, welche sehr genau und zugleich so bequem eingerichtet ist, daß man vermittelst derselben einen Sextanten in einer Zeit von 20 Minuten eintheilen kan.

§. 5.

Der Spiegelsextant wurde lange Zeit allein zu Beobachtungen auf der See gebraucht. Brander in Augsburg gab ihm eine andere Einrichtung zu astronomischem und geometrischem Gebrauch auf dem Lande. Man hat eine von ihm heraus gegebene Beschreibung dieses Werkzeugs unter dem Titul: G. F. Branders Beschreibung des von ihm neuverfertigten Spiegelsextanten nach Hadley's Theorie. Augsburg 1777. Allein bei dieser Einrichtung verlohr das Instrument seine wesentlichen Vorzüge. Man konnte das Stativ und die Kreuzfäden in der Fernröhre nicht entbehren. Nachher gab sein Tochtermann Hoeschel in Augsburg eine Beschreibung von einem catoptrischen Zirkel heraus, welchen er bald in einen gewöhnlichen Sextanten von 6 Zollen im Halbmesser umwandelte, der aber keine Fernröhre hat und die Winkel nur von 10 zu 10 Minuten angiebt.

§. 6.

Zu astronomischen Beobachtungen auf dem Lande haben von Zach in Gotha, und Graf von Brühl in London den Sextanten angewendet. Lezterer hat den Horizont den der Seefahrer in der weiten See findet, durch den besten künstlichen ersezt; ersterer den Sextanten auch zur genauen trigonometrischen Aufnahme ganzer Länder vorgeschlagen. Er hat damit einen Versuch in der Gegend von Gotha gemacht, und gefunden, daß man vermittelst eines kleinen in der Tasche tragbaren Sextanten ganze Länder in kurzer Zeit und genau aufnehmen könne. Die Resultate dieser Ausmessungen hat er in Bodes Jahrbuch für 1793 S. 165 u. f. bekannt gemacht. Nun wird hier auch gezeigt werden, wie nüzlich der Spiegelsextant für den Ingenieur seye.

II.

Technische Beschreibung.

§. 7.

Zu der technischen Beschreibung des Sextanten nach seiner neuesten Einrichtung, sind zwei orthographische Entwürfe des Sextanten auf eine Ebene Fig. 1. und 2. gezeichnet. Die erste Figur stellt die obere, die zweite die untere Seite des Sextanten vor.

§. 8.

Der Körper des Sextanten ABCFGH ist aus einem Stük Messing gehauen und durchaus zwei Linien dik. Er hat zwei Schenkel AC und BC, und der Halbmesser ist 4 englische Zoll.

§. 9.

Um den Mittelpunkt C dreht sich die mit obgedachter Ebene paralelllaufende Alhidade, nehmlich das um den Mittelpunkt C sich drehende Lineal CD, vermittelst eines an derselben bevestigten konischen Zapfens von Stahl. Um diese Bewegung desto sicherer und die Reibung desto geringer zu machen, ist der Mittelpunkt des Sextanten mit einem Stük Glokenmetall C Fig. 2. versehen, das eine zu dem Zentralzapfen genau passende konische Höhlung hat.

Vermittelst der Ziehschraube a kan man den stählenen Zapfen anziehen, bis die Alhidade am Mittelpunkt nicht mehr wanken kan. Mit der Alhidade ist der Alhidatenhalter IKD verbunden. Macht man diesen durch Lösung der Schraube I los, so läßt sich die Alhidade auf dem Gradbogen AB, herumführen, und an jeder Stelle durch die Schraube I wieder bevestigen. Vermittelst der Schraube KL kan man alsdann der Alhidade noch eine sanfte Bewegung geben.

§. 10.

Auf die Alhidade in dem Mittelpunkt des Sextanten ist der eine und grössere Planspiegel MN, durch drei Schrauben cde, Fig. 1. bevestigt, und mit solcher beweglich. Der andere kleine Planspiegel O, dessen obere Hälfte unbelegt, die untere aber mit Folien belegt ist, hat seinen Plaz auf dem Schenkel des Sextanten, der BC der Fernröhre DQ gegen über angewiesen, so, daß die eine Hälfte des Objectivglases der Fernröhre PQ Lichtstralen geradezu, die andere Hälfte aber nur durch gedoppelte Reflexion von den Spiegeln C und O erhalten kan. Lezterer Spiegel ist nicht unmittelbar auf den Körper des Sextanten, sondern auf eine der Platte Rs gleiche Scheibe bevestiget, die man vermittelst der mit einander in Verbindung stehenden Hebel T und U, Fig. 2. ein wenig um ihren Mittelpunkt drehen kan, wenn man den Hebel U, vermittelst des Handgriffs W um seinen Mittelpunkt X dreht. Die Schraube Y dient zur Bevestigung des Hebels T und der damit verbundeneu unter dem kleinen Spiegel O liegenden Scheibe. Ausser dieser Bewegung kann man dem Spiegel O, vermittelst der Schraube Z noch eine Bewegung geben, bis er auf der Ebene des Sextanten senkrecht stehet.

§. 11.

Die Fernröhre PQ ist auf dem Schenkel des Sextanten AC angebracht. Sie ist sonst gewöhnlich mit einer astronomischen Okularröhre versehen, welche die Gegenstände verkehrt darstellt; hier aber sind vier Okulargläser angebracht, damit die Gegenstäude aufrecht erscheinen. Das Objektivglas ist aus einem Cron- und Flintglas zusammen gesezt, mithin achromatisch.

Jn

Jn dem Sehefeld sind zwei Fäden ausgespannt, zwischen welchen man die Bilder beim Winkelmessen zur Berührung bringen muß, nachdem man zuvor durch Umdrehung der Okularröhre die Fäden der Ebene des Sextanten paralel gestellt hat. Diese Fernröhre wird in einen Ring fg eingeschraubt, der sich an einer vierecktigten Stange befindet, welcher genau in ein von aussen cylindrisches Stük Messing paßt, das sich vermittelst eines daran befindlichen Schwalbenschwanzes h, zwischen die auf der Rükseite des Sextanten aufgeschraubte Baken ki hineinschieben läßt. Durch Umdrehung der Schraube l läßt sich die an dem Ring fg befestigte Stange auf und nieder bewegen. Man kan also die Fernröhre PQ der Ebene des Jnstruments näher rüken, oder sie davon entfernen, so daß ihre Axe immer der Ebene des Sextanten parallel bleibt.

§. 12.

Der Limbus oder Gradbogen AB ist wie man Fig. 3. im Profil siehet, schief gearbeitet, und auf dieser Schiefe ist der Bogen von 60° Grad in 120 Grade getheilt, jede dieser Abtheilungen ist wieder halbirt, auf dem an der Alhidade befindlichen Zirkelsegment mn sind 29 dieser Theile in 30 gleiche Theile getheilt, so daß also jeder Theil darauf um $\frac{1}{30}$, das ist um eine Minute kleiner ist, als ein Theil des Gradbogens, welcher 30 Minuten faßt; dieses getheilte Zirkelsegment hat von dem Erfinder Nunez den Namen Nonius; der erste darauf befindliche Theilstrich, der mit O bezeichnet ist, heißt der Zeiger oder Jnder, weil er die Grade anzeigt. Die Ursache, warum hier der Bogen von 60° in 120° getheilt ist, wird aus folgender mathematischer Erklärung des Spiegelsextanten erhellen. Die Atheilungen desto deutlicher zu sehen, ist ein Vergrösserungsglas BE angebracht; p ist ein in die Alhidade Cm eingeschraubter Stift, auf welchen dasselbe an dem Arm F, vermittelst der Röhre q aufgestekt werden kan. Es läßt sich in der aufgeschlizten Röhre D verschieben, bis man die Theilstriche deutlich sieht.

§. 13.

Bei E wird die Handhabe W eingeschraubt, an welchem man das Jnstrument beim Beobachten hält.

III.

III.

Mathematische Erklärung des Sextanten.

§. 14.

AB und FG Fig. 4. seyen die beide Spiegel des Sextanten, lezterer auf dem Sextanten, ersterer auf der Alhidade befestiget, und mit derselben um des Sextanten Mittelpunkt C beweglich.

Man theile den Winkel CPQ, den die aus der Mitte des kleinen Spiegels in den Mittelpunkt des Sextanten gezogene Linie CP, mit der Axe der Feuerröhre PQ macht, in zwei gleiche Theile, und die Ebene des Spiegels FG seye auf PE senkrecht, welche den Winkel CPQ halbirt, so wird ein aus dem Punkt C auf den Spiegel FG auffallender Lichtstral nach PQ zurük geworfen nach dem bekannten katoprischen Saz *), daß die Winkel, welche der einfallende und zurükgeworfene Lichtstral mit dem Einfallslot PE machen, einander gleich sind. Die verlängerte Axe der Fernröhre treffe auf irgend einen Gegenstand R. Man ziehe RC, halbire den Winkel RCP durch die Linie CD, so muß aus gleichem Grund die Ebene des Spiegels AB auf CD senkrecht seyn, wenn CP ein zurükgeworfener Stral von R seyn soll. Haben beide Spiegel diese Lage, so wird man den Gegenstand R erstlich geradezu durch den unbelegten Theil des Spiegels FG, und dann durch gedoppelte Reflexion vermittelst des Lichtstrals QP, PC, CR sehen, beide Bilder fallen aber hier in eines zusammen.

§. 15.

Nun sey S ein anderer Gegenstand. Man gedenke sich den Spiegel AB in die Lage ab gebracht, so daß die auf seiner Ebene senkrechte Linie cd den Winkel PCS halbirt, so wird der Stral SC nach CP, und von da aus nach PQ zurükgeworfen; Man kan also zu gleicher Zeit den Punkt R und den Gegenstand S sehen, ersteren geradezu durch den unbelegten Theil des Spiegels, leztere durch gedoppelte Reflexion, und der Winkel ACa oder dCD, um welchen

*) Es seye AB die Ebene eines Spiegels, PC ein Lichtstral der darauf fällt, CD auf den Punkt C senkrecht; so wird dieser Lichtstral von dem Spiegel AB so zurükgeworfen, daß der zurükgeworfene Lichtstral CR mit dem einfallenden CP und der senkrechten Linie CD in einer Ebene liegt, und der Winkel DCP dem Winkel RCD gleich ist. CD heißt das Einfallslot.

welchen der Spiegel AB gedreht worden ist, wird der Hälfte des Winkels RCS gleich seyn; Denn es ist

$$
\begin{aligned}
RCS &= SCD + dCR \\
&= dCP + dCR \quad \text{weil Cd das Einfallslot.} \\
&= dCD + DCP + dCR \\
&= dCD + RCD + dCR, \quad \text{weil aus katorischen Gründen } DCP = RCD, \\
\text{aber } RcD + dcR &= dcD, \quad \text{folglich} \\
RCS &= 2dCD \\
\tfrac{1}{2} RCS &= dCD = ACa = bCB
\end{aligned}
$$

Wenn man daher den Winkel mißt, um welchen der Spiegel AB gedreht werden mußte, bis das reflektirte Bild von S mit dem Bild von R zusammen fiel, nachdem man denjenigen Punkt zum Anfangspunkt angenommen hat, bei welchem sowol das directe als reflectirte Bild von R in eins zusammen fielen; So ist dieser Winkel doppelt genommen dem Winkel Rcs gleich, welchen die Gegenstände R und S im Mittelpunkt des Sextanten machen.

§. 16.

Den Winkel, um welchen der Spiegel AB gedreht worden ist, giebt die an demselben bevestigte Alhidade an, und damit man nicht nöthig habe, das gedoppelte dieses Winkels zu nehmen, ist der Sextant nicht, wie gewöhnlich, in 60, sondern in 120 Grade eingetheilt, wie schon oben bemerkt worden ist.

Der Winkel den die beiden Spiegel AB und FG mit einander machen, wenn sowol das directe als reflectirte Bild desselben Gegenstandes einander deken, ist der Helfte des Winkels R gleich. Denn es ist $CPQ = PcR + cRP$; also $cPQ - RcP = cRP$; der Winkel aber den beide Spiegel mit einander machen, ist $= cPE - DCP = \frac{1}{2} cPQ - \frac{1}{2} RCP = CRP$. Je weiter der Gegenstand R entfernt ist, desto kleiner wird der Winkel, den beide Spiegel bei der Coincidenz beider Bilder mit einander machen. R ist für diesen Sextanten kleiner als eine Secunde, so lange der Abstand des Gegenstandes R grösser ist, als 20,054 Fuß, und kleiner, als eine Minute, wenn der Gegenstand weiter als 334 Fuß entfernt ist.

IIII.

IIII.

Geometrischer Gebrauch.

§. 17.

Ehe man mit dem Winkelmessen den Anfang macht, müssen die Spiegel in ihre gehörige Lage gebracht (berichtigt) werden. Zu dem Ende richtet man die Fernröhre nach einem entfernten deutlichen Gegenstand, und bringt durch Bewegung der Alhidade, sowol das directe als auch das reflectirte Bild davon, in dem Sehefeld der Fernröhre zusammen. Man bevestiget die Alhidade durch Anziehung der Schraube I, Fig. 1. und 2. Nun kan man durch Umdrehung der Schraube KD beide Bilder genau auf einander bringen. Stehet das eine höher, als das andere, so hilft man mit der Schraube Z nach, welche den kleinen Spiegel stellt. Hat man nun beide Bilder zur genauen Bedekung gebracht, so sehe man auf dem Zeiger des Nonius nach, ob er den Nullpunkt auf dem Gradbogen des Sertanten treffe. Um dieses desto schärfer beurtheilen zu können, stekt man das Vergrösserungsglas Fig. 3 auf. Ist dieses, so sind die Spiegel berichtiget.

§. 18.

Steht aber der Zeiger nicht auf O, so bringe man ihn, vermittelst der Schraube KL, genau auf den Nullpunkt. Der Gegenstand wird nun durch die Fernröhre wieder gedoppelt erscheinen. Man lasse die Schraube Y Fig. 2. nach, und bewege den kleinen Spiegel, vermittelst des Hebels wU, bis beide Spiegel einander bedeken, so sind alsdann auch die Spiegel berichtiget. Hiebei ist zu bemerken, daß, wenn man die Spiegel vermittelst eines Gegenstandes, dessen Entfernung man in Vergleichung mit der Grösse des Instruments als unendlich ansehen kan, z. B. der Sonne berichtigt hat, ohne einen Fehler von einer Sekunde zu begehen, die Winkel zwischen Gegenständen ausgemessen werden können, deren Entfernung grösser ist, als 20,054 Fuß. Will man aber Winkel zwischen Gegenständen, die nur einige hundert Schritte entfernt sind, genau messen, so ist es rathsam, die Spiegel vermittelst eines dieser Gegenstände selbst auf eben angezeigte Art zu berichtigen.

§. 19.

Da diese Berichtigung, so oft man zwischen Objecten die nahe, und dann zwischen solchen, die sehr entfernt liegen, Winkel mißt, wiederholt werden muß, so könnte dadurch leicht die

die Vorrichtung zur Bewegung des kleinen Spiegels wandelbar werden. Es ist daher besser, sich nur den Punkt zu merken, auf welchen der Nonius hinweißt, wenn beide Bilder desselben Gegenstandes zusammen fallen, und den Winkel, den die Alhidade mit dem Mittelpunkt macht, nach Beschaffenheit der Umstände von dem beobachteten Winkel abzuziehen, oder dazu zu addiren.

§. 20.

Will man nun einen Winkel zwischen zweien Gegenständen R und S Fig. 4. messen; so richtet man die Fernröhre zuerst nach R. Nun bewegt man die Alhidade, bis man auch den andern Gegenstand S im Sehefeld hat, schraubt den Alhidadenhalter, vermittelst der Schraube I Fig. 1 und 2 fest, und hilft mit der Schraube KL nach, bis R und S zusammen fallen. Nun sieht man nach, wo der Zeiger des Nonius stehet. Er stehe z. B. etwas über $63\frac{1}{2}°$ hinaus; man bemerke welcher Theilstrich des Nonius mit irgend einem auf dem Gradbogen übereinkomme, wäre es der dreizehnte, so stünde der Inder noch 13 Minuten über $63\frac{1}{2}°$ Grad hinaus. Der Winkel wäre also $63° + \frac{1}{2}° + 13' = 63°\ 43'$ hätte man nun noch gefunden, daß der Nonius bei der Coincidenz beider Bilder von einerlei Gegenstand 3 Minuten angab, so wäre der Winkel nur $63°\ 40'$. Hätte der Nonius diese 3' jenseits des Nullpuncts gegeben, so wäre der beobachtete Winkel um eben so viel zu klein, und also der wahre Winkel $= 63°\ 46'$.

§. 21.

Es trägt sich öfters zu, daß der Gegenstand R etwas dunkel ist. Um ihn deutlicher zu sehen, schraube man die Fernröhre, vermittelst der Schraube l, in die Höhe, so bekommt das Objectivglas mehr Strahlen, geradezu von dem Gegenstand R, und erscheint deutlicher. Vermittelst des hier beschriebenen Sertanten kan man diejenige Winkel noch messen, die nicht grösser als 137° sind. Kämen grössere Winkel zu messen vor, so müßte man dieselbige vermittelst eines dazwischen liegenden Puncts theilen. Vermittelst dieses Instruments können nun alle diejenige Aufgaben aufgelößt werden, wo Winkelmessungen vorkommen.

§. 22.

Um ein Beispiel anzuführen, so seye die Entfernung eines unzugänglichen Punkts C von A Fig. 5 zu bestimmen. Man stelle den Zeiger des Nonius auf 90°, stelle sich mit dem Sertanten in A, und sehe nach B hin, wo man den Sertanten so lange hin und her bewegt, bis

man

man C durch Reflexion im Sehefeld hat, und lasse bei B einen Stab ausstecken, der auf der Stelle des Bilds von C erscheine. Ehe man den Standpunct verläßt, steke man in A, wo der Mittelpunkt des Sextanten war, einen Stab ein. Man messe die Linie AB, und in B den Winkel ABC, so wird man haben AC = AB Tang ABC. Wäre z. B. AB = 50 Fuß, ABC = 88° 6′, so wäre AC = 50. 30,144,619 = 1,507 Fuß, und wenn ABC = 88° 7′ – – AC = 1520 Fuß. Hieraus siehet man, daß in diesem Fall ein Fehler von 1 Minute in dem Winkel ABC schon einen Fehler von 13 Fuß in der Entfernung AC nach sich zieht.

V.
Vorzüge des Spiegelsextanten vor andern Instrumenten.

§. 23.

Schon aus der Theorie und dem ganzen Bau des Instruments erhellet, wie grosse Vorzüge es vor andern Instrumenten und tragbaren Winkelmessern, als: der Boussole, dem Meßtisch, dem Astrolabium, der Theodoliten u. s. w. habe. Wie viele Mühe und Zeit wird dazu erfordert, diese Instrumente in ihre gehörige Lage, vermittelst der Magnetnadel, der Wasserwaage, des Fadenpenduls u. dgl. zu bringen.

§. 24.

Besonders ist ein wesentlicher Vorzug des Spiegelsextanten vor andern Instrumenten zum Winkelmessen dieser, daß man kein Stativ dabei nöthig hat. Wer mit gewöhnlichen Winkelmessern gemessen hat, wird es erfahren haben, wie viele Zeit öfters dazu gehört, bis man das Instrument nur in seine gehörige Lage gebracht hat, und wie schwer es seye, das Instrument bei Umdrehung der Alhidade in dieser Lage zu erhalten, wenn man ein solches Stativ dabei haben will, das man bequem wie einen Stok mit sich führen kan. Man hat daher auch um diese Verrükungen bemerken, verbessern, oder bei den Winkeln in Rechnung bringen zu können, an diesen Instrumenten Versicherungs-Fernröhren angebracht. Und wie oft kommt man an solche Standpunkte wo man nicht einmal ein Stativ aufstellen kan. Noch hat der Sextant den

Vorzug, daß man beim Visiren keine Kreuzfäden nöthig hat, sondern die beide Gegenstände zwischen welchen man die Winkel messen will, nur in der Fernröhre zur Bedekung bringen darf. Dahero hat man nicht zweimal, sondern nur einmal zu visiren.

§. 25.

Eben dieses zeigt auch die Erfahrung. Von Zach in Gotha hatte die Breite dieser Stadt, im Jahr 1786, mit einem 6zolligen Sextanten = 50° 57′ 32″ gefunden, welche von der mit einem 4schuhigen Quadranten im Jahr 1788 gefundenen 50° 57′ 4″ nur 28 Sekunden abweicht. Der Inspektor Köhler in Dresden mas vier Winkel an dem Horizont herum, ihre Summe war nur 30″ grösser als 360°. Die 3füssigen Quadranten, welche von den pariser Akademisten zu den Ausmessungen wegen der Figur der Erde und der Verfertigung der trigonometrischen Karte von Frankreich gebraucht wurden, wichen oft ganze Minuten in der Summe aller drei Winkel in einem Dreiek von 180° ab. Und wie beschwerlich ist ein so lästiges Instrument zu dergleichen Ausmessungen, und der Gefahr seine Figur zu verändern ausgesezt. Auch bei dem größten Sturm kan man mit dem Sextanten noch Winkel messen, wenn nur die Luft helle ist, wo man ein auf ein noch so vestes Stativ gesetztes Instrument nicht mehr würde gebrauchen können. Alles dieses zusammen genommen, zeigt, daß der Spiegelsextant den Vorzug vor allen andern Winkelmessern, und besonders für einen reisenden Beobachter, grosse Bequemlichkeit habe.

VI.
Nuzen für den Ingenieu[r]

§. 26.

Es ist schon oben gezeigt worden, wie genau man mit diesem Instrument unzugängliche Distanzen messen kan. Dieser Fall kommt dem Ingenieur vor, wenn er die Breite eines Flusses messen soll, wo man Brüken schlagen, ferner die Distanz von einer Festung zu messen, wo man die Laufgräben eröfnen will. In diesen Fällen kan die Aufgabe weit genauer und bequemer mit diesem Instrument aufgelöst werden, als nach der gewöhnlichen Art mit Stäben, oder sonst mit einem Instrument.

§. 27.

Deßgleichen kan dieses Instrument mit Vortheil gebraucht werden, wo es beim Ingenieur darauf ankommt, Winkel sehr genau zu messen, als beim Aufnehmen einer Vestung, oder eines Plazes wo eine Vestung gebaut werden solle, so wie auch beim Absteken einer Vestung; und da man kein Stativ dazu nöthig hat, so kan man auch öfters an solchen Orten noch Winkel damit messen, wo man keinen Raum hat ein Stativ zu stellen.

§. 28.

Die Kleinheit des Instruments und die Entbehrlichkeit des Stativs, macht dieselbe auch für den Fall bequem, wenn man fremde Gegenden geheimer Weise aufnehmen soll. Selbst in fremden Vestungen könnte man in manchen Fällen Winkel damit messen, wo es mit einem andern Instrument nicht angehen würde.

§. 29.

Da man auch mit diesem Instrument zu Pferde Winkel messen kan, so befördert dieses oft die Arbeit beim Aufnehmen der Hauptpunkte zu militärischen Planen. Will man beim Recognosciren feindlicher Positionen Winkel messen, so kan man sich deswegen einem feindlichen Angrif leicht entziehen, weil man beim Gebrauch desselben nicht vom Pferde steigen darf, und die nöthigen Winkel doch sehr genau messen kan.

§. 30.

Unter die Verrichtungen eines Ingenieurs gehört auch das Aufnehmen geographischer Karten. Für diesen Fall sind die Vortheile dieses Instruments ausnehmend.

§. 31.

Daher ist zu zeigen wie zuerst, vermittelst des Spiegelsextanten eine Sonnenhöhe zu messen ist. In der 6. Figur seye AB die Ebene eines Spiegels und genau horizontal. Von der Sonne falle ein Lichtstral SC auf den Spiegel, so wird dieser Strahl unter dem Winkel ACE = SCB zurük geworfen, und weil AB horizontal ist, wird der Winkel SCB = ACE der Höhe der Sonne über dem Horizont gleich seyn. Es ist aber auch ACE = BCD, folglich ist SCD = 2 SCB = der doppelten Sonnenhöhe. Man ziehe ES' mit CS parallel, so wird diese Linie verlängert, wegen der grossen Entfernung der Sonne ebenfalls dieselbige treffen. Mißt man daher den Winkel S'EC = SCD, welchen das reflectirte Bild der Sonne, das man gegen D hin siehet mit der geradezu nach S' hin gesehenen Sonne bei E macht, so ist die Hälfte dieses Winkels der Höhe der Sonne über dem Horizont gleich.

Eine

Eine horizontale Spiegelebene bekommt man am leichtesten auf folgende Art. Man dreht in ein Stük Holz eine cylindrische Vertiefung von 3 Zoll im Durchmesser und ¼ Zoll tief, und gießt, nachdem man dieses Holz beinahe horizontal gelegt hat, in dasselbige, vermittelst eines papiernen Trichters Quecksilber. Auf dieses wird ein Planglas, das etwas kleiner seyn muß, als die Höhlung in dem Holz, gelegt, daß es frei darauf schwimmen kan. Damit keine Luftblasen zwischen dem Glas und dem Quecksilber bleiben, legt man ein Stük fein Papier, das etwas grösser als das Planglas seyn muß, unmittelbar auf das Quecksilber und auf das Papier, das vorher wohl abgewischte Glas, drükt mit der linken Hand das Glas sanft auf das Papier an, und zieht mit der rechten Hand das Papier darunter hinweg, so bekommt man einen reinen Planspiegel, der sich selbst horizontal legt.

Will man nun eine Sonnenhöhe messen, so bringt man zuerst vor der Fernröhre des Sextanten ein gefärbtes Glas an, sieht durch dieselbe nach dem Sonnenbild im Spiegel, und bringt durch Bewegung der Alhidade, wie bei Messung der horizontalen Winkel, auch das Sonnenbild, das man nach S' hin sieht, in das Sehefeld der Fernröhre, und macht, daß beide Bilder einander deken, so ist die Hälfte des Winkels, den die Alhidade angiebt, der Sonnenhöhe gleich.

Weil man die Berührung der Sonnenbilder schärfer bemerken kan als ihre Bedekung, so ist es bei Messung der Sonnenhöhe besser, die Bilder zur Berührung zu bringen. Erscheint das durch die beide Spiegel des Sextanten zurükgeworfene Bild unter dem geradezu durch die Fernröhre in dem horizontalen Spiegel gesehenen, so erhält man die Höhe des obern Sonnenrandes, und im umgekehrten Fall die des untern. Um zu sehen, welches das durch die Fernröhre geradezu gesehene Sonnenbild im Spiegel der auf dem Quecksilber schwimmt, seye, darf man nur mit einem Finger den unbelegten Theil des kleinen Spiegels am Sextanten auf seiner von der Fernröhre abgewandten Seite bedeken, so muß das geradezu durch die Fernröhre gesehene Bild verschwinden. Hat man nun auf diese Art die Höhe des obern oder untern Sonnenrandes gemessen, so muß man von der beobachteten Höhe den Halbmesser der Sonne abziehen, oder ihn dazu addiren, um die Höhe des Mittelpunkts der Sonne zu bekommen. Von der beobachteten Sonnenhöhe muß noch überdies die Strahlenbrechung abgezogen werden.

§. 32.

Um sodann die Polhöhe zu finden, messe man die größte Sonnenhöhe um Mittag, bringe die beobachtete Höhe auf die wahre, ziehe davon die Abweichung der Sonne ab, wenn sie nördlich ist, oder addire sie dazu wenn sie südlich ist, so hat man die Aequatorshöhe und diese von 90° abgezogen, hernach die Polhöhe.

Beispiel.

Beispiel.

Den 20. August 1793 wurde in Frankfurt am Main, beobachtet, die gedoppelte

Sonnenhöhe im Mittag	=	100°	45′	30″	oberer Rand der Sonne.
Fehler des Inder	= +	4	20		
		104	49	50	
Davon die Hälfte	=	52	24	55	
ferner Strahlenbrechung		—	—	38	
		52	24	17	
Halbmesser der Sonne	=	—	15	52	
Wahre Höhe des Mittelpunkts der Sonne	=	52	8	25	
Nördliche Abweichung	=	12	15	15	
Aequatorshöhe	=	39	53	10	
		90	0	0	
Polhöhe von Frankfurt	=	50	6	50	

§. 33.

Hierauf kan man aus der bekannten Polhöhe und Abweichung der Sonne die wahre Zeit vermittelst des Spiegelsextanten dergestalten finden: Man messe die Höhe der Sonne, so kennt man auch ihren Abstand vom Zeinth oder Scheitelpunkt als ihr Complement zu 90°. Nach der 7. Figur seye der Mittagskreis AZP. Z das Zeinth, P der Pol, die Sonne in S. In dem sphärischen Dreiek PZS sind alle drei Seiten bekannt. ZS ist gleich dem Abstand der Sonne vom Zeinth, PS ihr Abstand vom Pol, oder das Complement ihrer Abweichung. PZ die Aequatorshöhe, oder das Complement der Polhöhe. Man kan also den Winkel ZPS finden. Es seye die Sonnenhöhe = h, der Abstand der ⊙ vom Pol = d, die Polhöhe = l, und $S = h + d + l$; endlich ZPS = t, so hat man $\sin \frac{1}{2}t = \sqrt{\frac{\text{Cos} \frac{1}{2} S \sin(\frac{1}{2}S - h)}{\sin d \text{ Cos} l}}$

Dieser Winkel wird in Zeit verwandelt, so daß man 15° auf eine Stunde rechnet, so hat man die wahre Zeit, wenn die Sonnenhöhe des Nachmittags beobachtet wurde; hat man sie aber des Vormittags genommen, so zieht man die gefundene Zeit von 12 Stunden ab, um die wahre Zeit zu bekommen.

Beispiel.

Beispiel.

In Praunheim, bei Frankfurt, wurde nach einer Sekundentaschenuhr den 26. August 1793 Vormittags um 5ᵘ. 31′ 57″ beobachtet

die doppelte Höhe des obern Sonnenrandes	=	7°	30′	0″
Der Fehler des Inder war	+		3′	15″
		7°	33′	15″
davon die Hälfte		3°	46′	37″ 5
Strahlenbrechung	—		12′	11″,5
		3°	34′	26″
Halbmesser der Sonne	—		15′	52″
wahre Höhe des Mittelpunkts der Sonne		3°	18′	34″
Abstand der Sonne vom Pol		79°	42′	0″
Polhöhe von Praunheim		50°	8′	0″

Also S = 133° 8′ 34″

½ S = 66° 34′ 17″	Lg Cos. =	9,5994531
½ S−h = 63 15 43	Lg sin. =	9,9508869
C.	Lg sin.d. =	0,0070556
C.	LgCos.l. =	0,1931398

$\text{Lg} \sin \overline{\tfrac{1}{2}t}^{\,2}$	=	19,7505354				
$\text{Lg} \sin \tfrac{1}{2}t$	=	9,8752677				
$\tfrac{1}{2}t$	=	48°	37′	16″,	55	
t	=	97	14	33,	1 *)	
in Zeit	=	6St.	28′	58″,	2	abgezogen
	von	12	0	0		
	bleibt	5	31	1,	8	wahre Zeit
Die Uhr zeigte = = =		5	31	57,	0	und gieng also der
wahren Zeit vor um		0	0	55,	2	

§. 34.

*) Will man Grade, Minuten und Sekunden in Zeit verwandeln, so darf man nur mit 4 multipliciren, und Grade, Minuten und Sekunden, für Minuten, Sekunden und Terzen in Zeit gelten lassen. So geben 33″,1 im Bogen 132‴,4 in Zeit, das ist 2″,2. Ferner geben 14′ im Bogen 56″ in Zeit, also 14′33″1 im Bogen 58″2. Zeit. Endlich geben 97° 388 Min. d. i. 6 Stund. 28 Min. daher 97° 14′ 33″1 im Bogen = 6 St. 28′ 58″2 = in Zeit.

§. 34.

Endlich kan die Mittagslinie auf diese Art bestimmt werden: Man messe eine Sonnenhöhe, wenn sich die Sonne nur einige Grade über den Horizont erhoben hat, um die Uhr zu berichtigen, und gleich darauf den Winkel zwischen dem Rand der Sonne und einem deutlichen Object am Horizont, z. B. der Spize eines Thurms, so wird sich daraus die Mittagslinie auf folgende Art bestimmen lassen, wenn man genau die Zeit bemerkt hat, welche die Uhr zeigte, als man den Abstand mit dem Sextanten nahm. Aus der zuerst gemessenen Sonnenhöhe kennt man die Abweichung der Uhr von der wahren Zeit. Man kan also auch die wahre Zeit angeben, da der Winkel zwischen der Sonne und dem Object am Horizont gemessen wurde. Aus dieser Zeit kan man vermittelst der bekannten Polhöhe und Abweichung der Sonne ihre wahre Höhe für denselben Augenblik finden, durch die Gleichung $\sin h = \sin l \operatorname{Cos} d + \operatorname{Cos} l \sin d \operatorname{Cos} t$, wenn die obige Buchstaben beibehalten werden. Zu dieser Höhe wird die Stralenbrechung addirt, um sie in die scheinbare zu verwandeln. Nun seie in der 7. Figur AZP der Meridian, Z das Zeinth, P der Pol, die Sonne in S. Q der Gegenstand am Horizont, QS sein Abstand von der Sonne. Man ziehe die Vertikalkreise ZQ, ZSS′, so wird SS′ die Sonnenhöhe seyn, und man wird haben

*) $\operatorname{Cos} QS' = \frac{\operatorname{Cos} QS}{\operatorname{Cos} SS'} = \operatorname{Cos} QZS'$ ferner in dem sphärischen Dreiek PZS

$$\sin PZS : \sin PS = \sin P : \sin ZS$$

oder $\sin PZS : \sin d = \sin t : \operatorname{Cos} h$ also

$\sin PZS = \frac{\sin d \sin t}{\operatorname{Cos} h}$ folglich wird man auch

haben $PZQ = PZS + QZS = PZS + QS'$

daher $AZQ = 108^\circ - PZS - QS'$ = dem Winkel, welchen eine von dem Ort der Beobachtung an den Gegenstand am Horizont gezogene Linie mit der Mittagslinie macht. Man kennt also die Lage der Mittagslinie.

Beispiel.

*) Es wird hier vorausgesezt, der Gegenstand Q liege nur wenige Minuten über oder unter dem Horizont. Wenn dieses aber nicht statt findet, so muß man auch die Höhe von Q messen, die von 90° abgezogen ZQ übrig läßt. Sodann berechnet man aus den drei bekannten Seiten QZ, ZS, QS in dem sphärischen Dreiek ZQS den Winkel QZS.

Beispiel.

Den 26. August 1793 Vormittags wurde in Praunheim beobachtet der Abstand des nächsten Sonnenrandes vom Dom in Frankfurt = 56° 41′ 0″ als die Uhr zeigt $5^{u.}$ 33′ 38″. Oben wurde gefunden, daß die Uhr der wahren Zeit vorgieng um 55″, folglich ist die wahre Zeit der Beobachtung $5^{u.}$ 32′ 43″, und in Zeit verwandelt = 83° 10′ 45″ = NPS, weil die bürgerliche Zeit von Mitternacht an ebenfalls gezählt wird. Also ist

t oder $ZPS = 180^\circ - NPS = 96^\circ\ 49'\ 15''$ $d = 79^\circ\ 42'\ 1''$

Lg sin l = 9,8851000 — 10
Lg Cos d = 9,1523718 — 10
Lg. sin l. Cos. d = 0,1374718 — 1 die hierzu gehörige Zahl 0,132370 = sin l Cos d
Lg Cos l = 9,8068602 — 10
Lg sin d = 9,9929448 — 10
Lg Cos t = 9,0746885 — 10
0,8744935 — 2 - - - - - - 0,0749020 = Cos l sin d Cos t

Das zweite Glied wird hier negativ, weil t ein stumpfer Winkel,
sin h = . . 0,0623350
h = 3° 34′ 25″, 8 wahre Sonnenhöhe.
h = 3 46 39 scheinbare Sonnenhöhe.

Ferner ist

Lg sin d = 9,9929448
Lg sin t = 9,9969153
C Lg Cos h = 0,0008453
Lg sin PZS = 9,9907054
PZS = 78° 11′ 18″

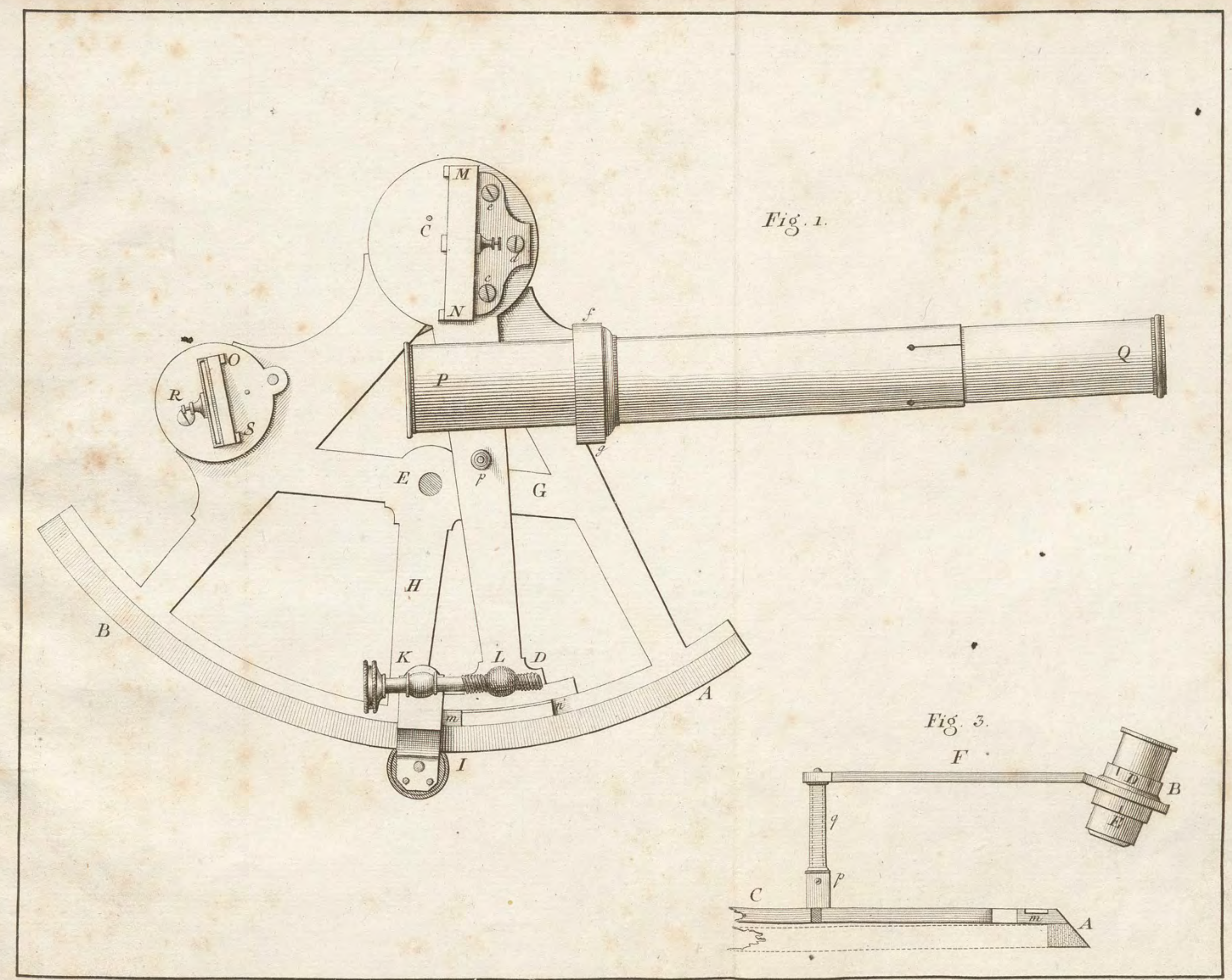
Der beobachtete Abstand war = 56° 41′ 0″
Fehler des Inder = + 3 15
Halbmesser der Sonne = 15 52
QS = 57° 8′ 7″

C Lg Cos

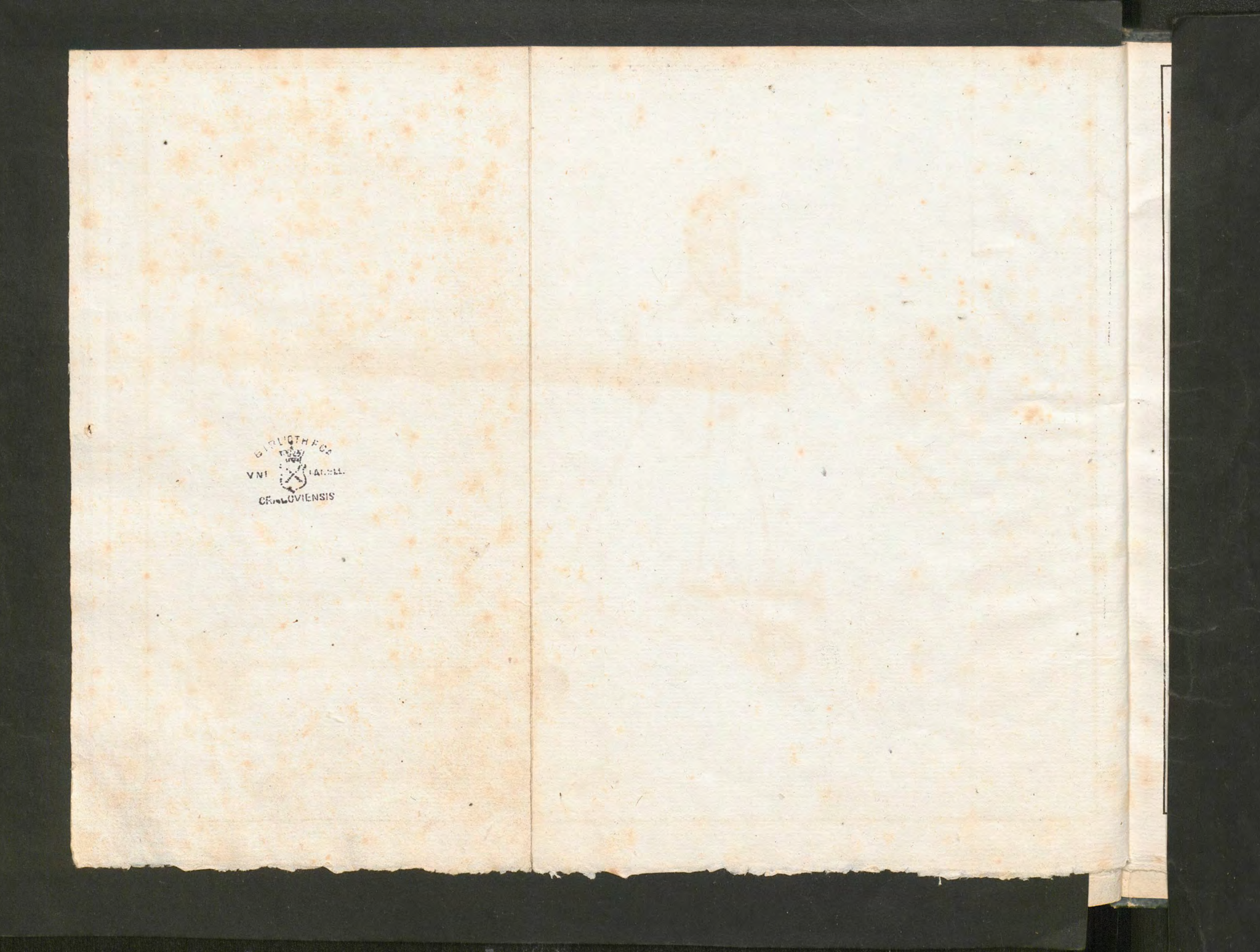
Lg Cos QS	=	9,7360763	
C. Lg Cos h'	=	0,0009446	
Lg Cos QS'	=	9,7370209	
QS'	=	56° 55' 18", 2	
PZS	=	78 11 18, 0	
		135 6 36, 2	= NZQ
		180 0 0	
		44 53 23, 8	= AZQ

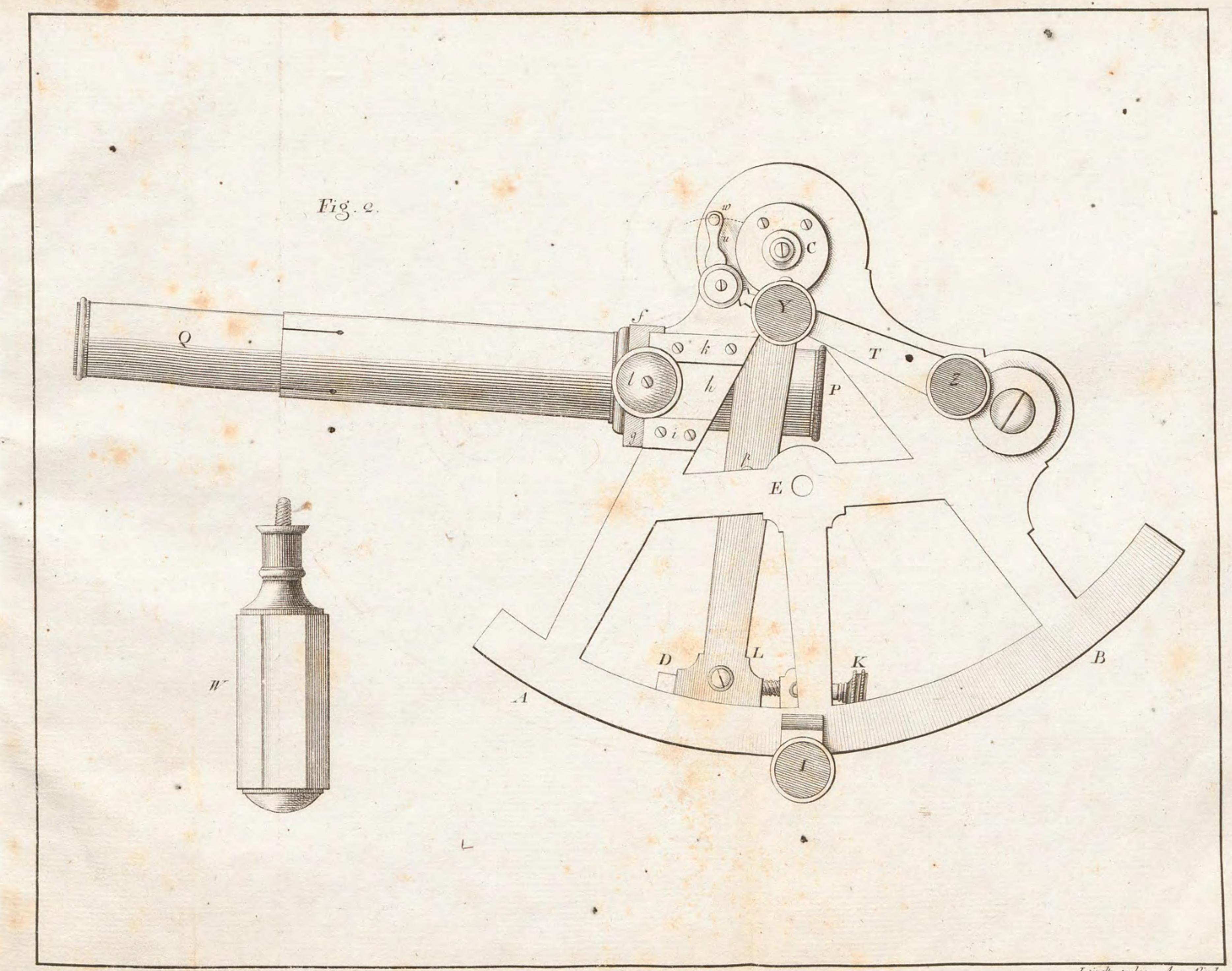
um diesen Winkel desto genauer zu bekommen, kan man sowol zur Berichtigung der Uhr mehrere Sonnenhöhen, als auch mehrere Abstände der Sonne von dem Object am Horizont messen, und immer mit Sonnenhöhen und Abständen abwechseln. Bei Bestimmung dieser Mittagslinie wurden vier Sonnenhöhen und drei Abstände gemessen, die folgende Resultate gaben:

Wahre Sonnenhöhen.	Abweichung der Uhr.	QS	AZQ
I. 3° 3' 57"	51", 5	I. 58° 20' 7"	44° 53' 53," 6
II. 3 18 34	55, 2	II. 57 0 7	44 53 23, 8
III. 3 56 42	54, 8	III. 55 53 7	44 55 25. 8
IIII. 4 49 21		Mittel =	44 54 14, 4

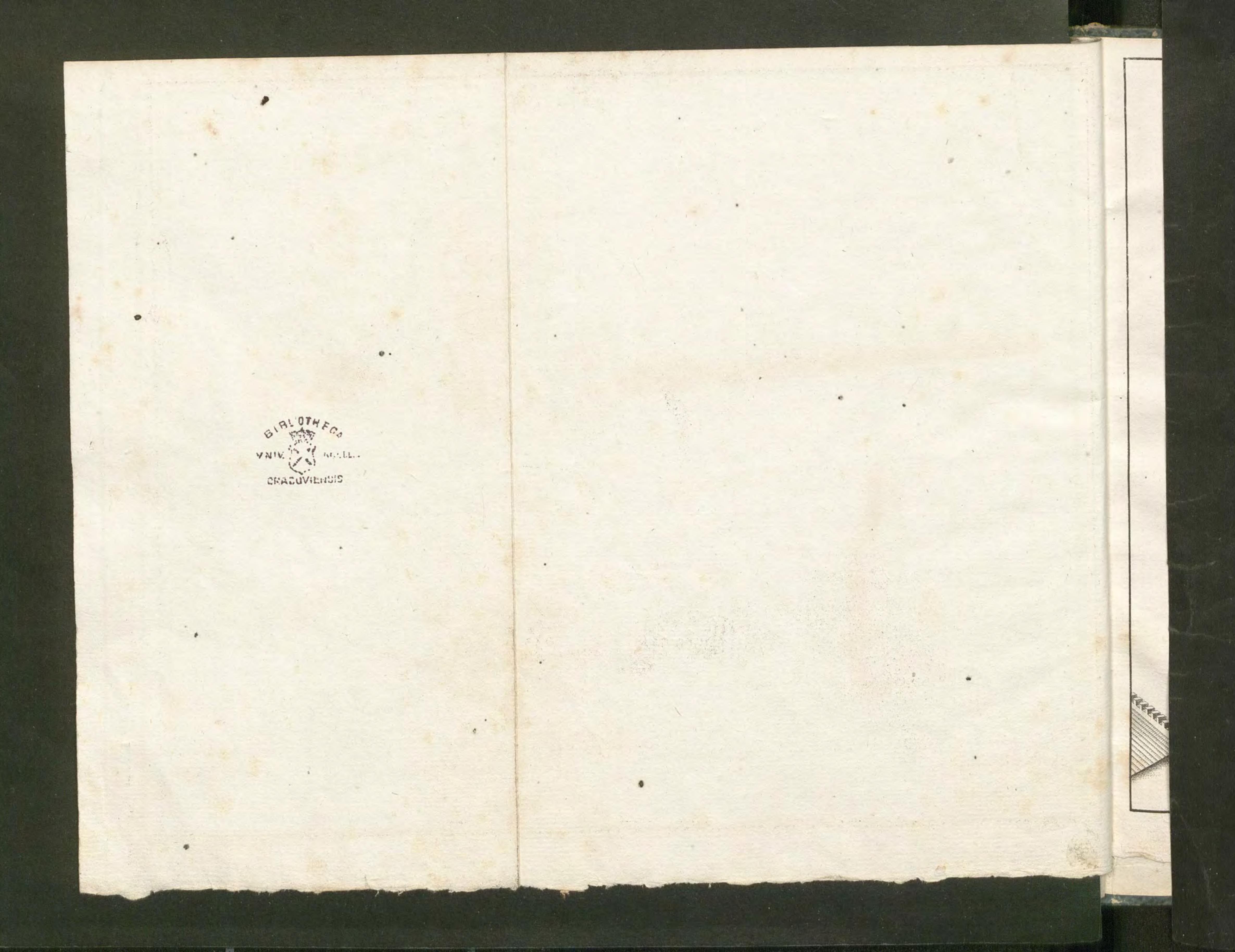


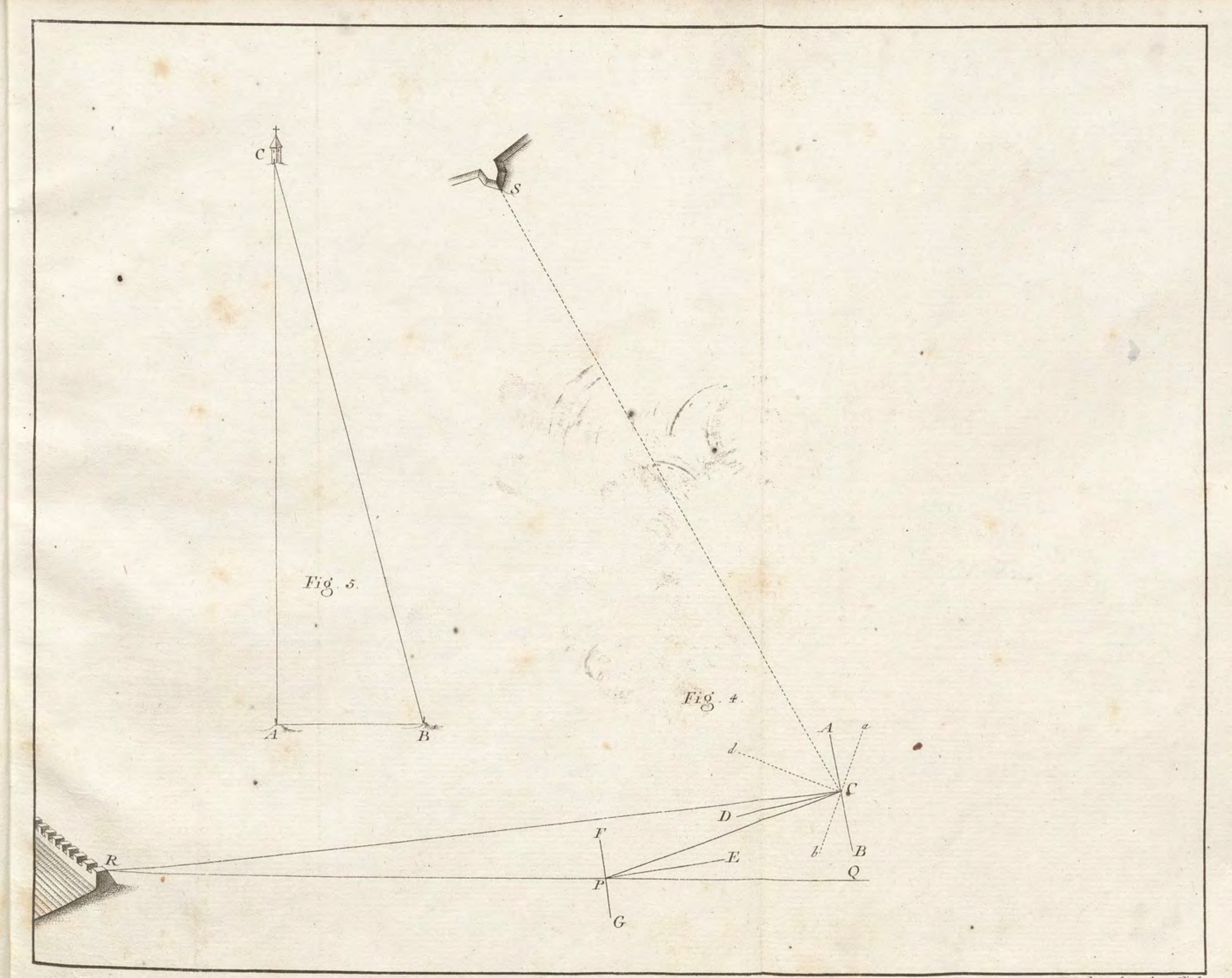
Leizelt sculps: Aug. Vind.



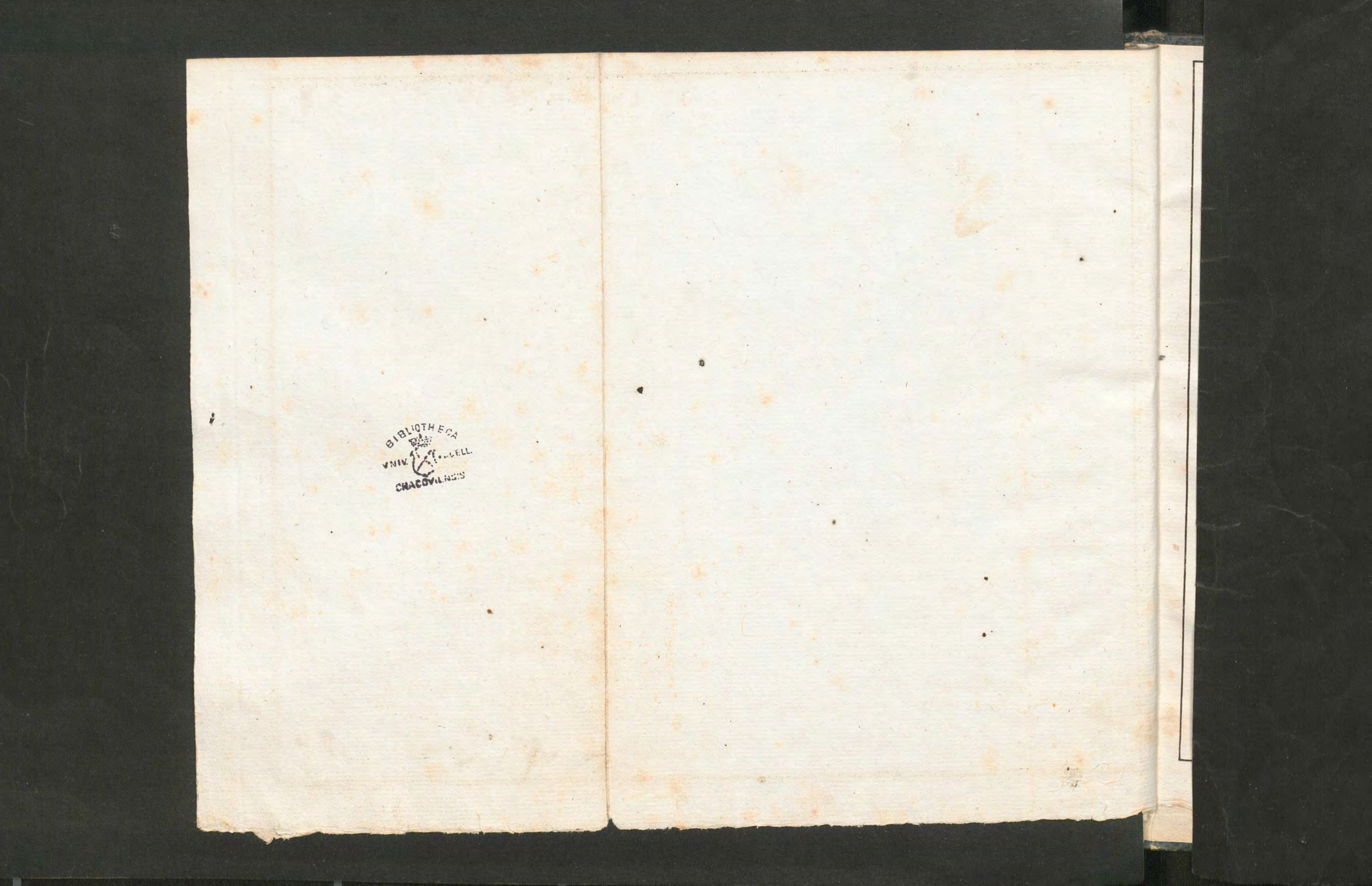


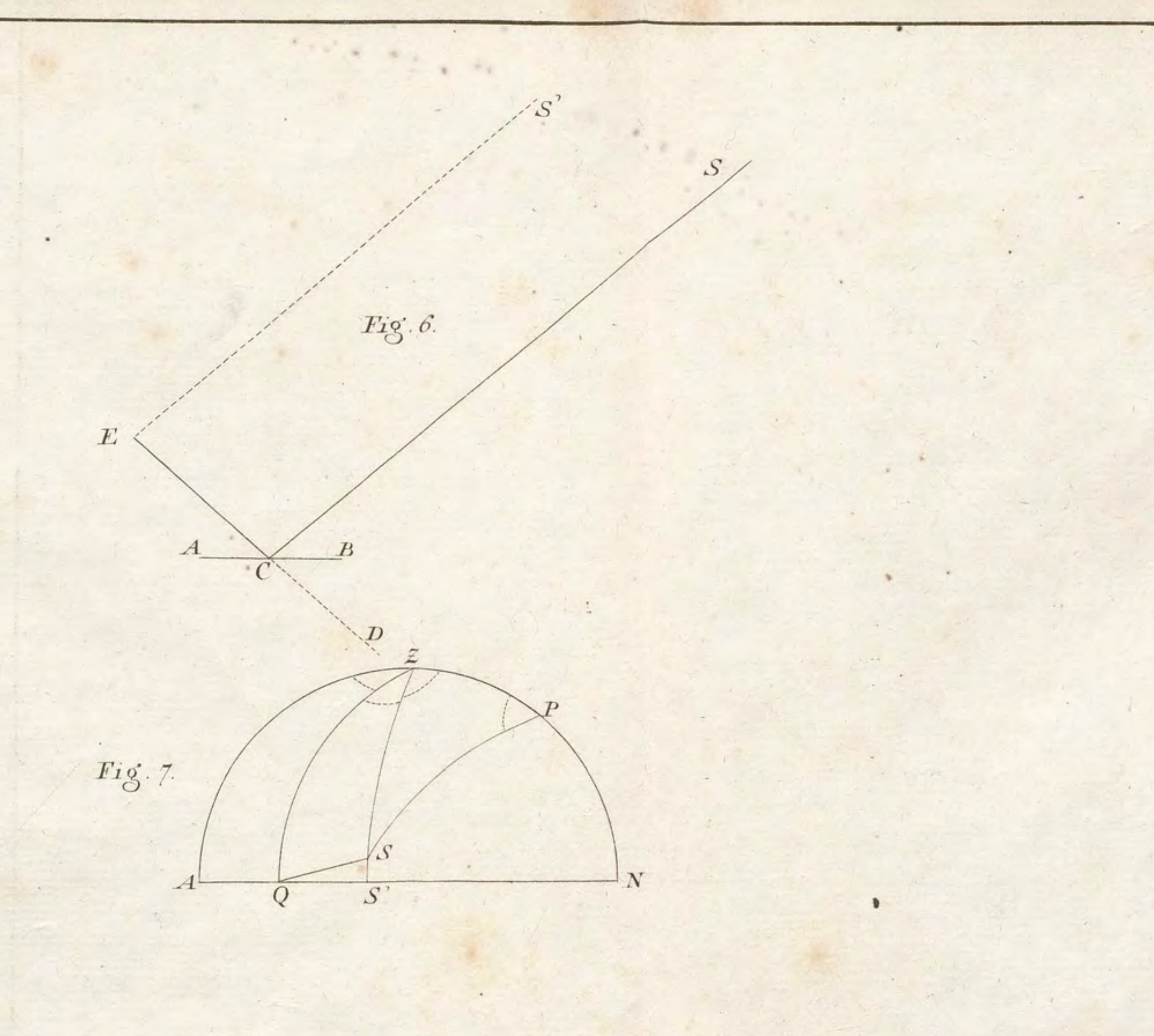
Leizelt sculps: Aug. Vind.





Leizelt sculps. Aug. Vind.





Leizelt sculps. Aug. Vind.

